

植生水制の水理特性に関する一考察

東北工業大学 学生員○菅原景一 正員 阿部至雄・相原昭洋
東北学院大学 正員 上原忠保

1. はじめに

水制工周辺に生じる多様な流れが河岸植生や水生生物にとって良好な環境を形成し、河川生態系の多様性の創出や保全に資するため、近年、水制工が有するこの種の環境形成機能が注目されている。本研究では、透過型水制として河岸に繁茂する樹木群を利用した植生水制を想定し、植生水制を有する河道部での流速場の PTV 可視化計測¹⁾や LDA 点計測を実施することによって、植生水制周辺に生じる流れの構造及び植生水制の減速効果や水はね効果といった水理特性の把握を試みた。

2. 実験の概要

実験には長さ:10m、幅 B:60cm の勾配可変型水路を使用した。プラスチック製の多孔質体を用いて植生を模擬して作成した水制の模型(長さ l:12cm、幅 b:5cm、高さ h:6cm)を水路左岸に2基設置し、表1に示した条件で実験を行った。植生水制の間隔 s は、一般に直線流路で有効であると言われている 24cm (s/l=2)、30cm (s/l=2.5)、36cm (s/l=3)とした²⁾~⁵⁾。LDA の計測深さは 1.8cm (y/H=0.4)とし、流下方向には 6cm 刻みで計測断面を設定し、水路幅 z 方向には 2cm 間隔で計測を行った。PTV では可視化深さを LDA と同様に y/H=0.4 の水平断面とし、可視化領域を 40cm×40cm として図1に示す原点を中心に1断面、上流及び下流の水制が中央に位置する断面の計3断面で行った。

3. 実験結果と考察

3.1 時間平均流速分布

平均流速 U の水平分布： 図2に、y/H=0.4における主流方向の平均流速 U の横断分布を各流程毎に示した。同図によれば、水制域内(z/l=0~-0.5)の流速は主流域の流速に比べて減速されており、水制工と主流域との境界付近にせん断領域の形成が認められる。なお、各計測断面における主流方向の平均流速 U の水平分布は各実験 Case に対してほぼ類似の結果を示しており、水制間隔が平均流速の水平分布形に及ぼす影響は少ないことが分かった。

平均流速 U の流れによる変化： 図3に、Case2(s/l=2.5)に対する各計測断面における平均流速 U を z/l をパラメータとして示した。図から、主流域では流速が一義的に増加することが分かる。水制域内では上流側水制(x/s=-0.5)の箇所で流速が減速し、下流側の水制(x/s=0.5)に至る間はほぼ一定の流速を保つが、下流側水制によって再度減速されている。しかし、Case3(s/l=3)では、Case1やCase2と異なり、上流側水制のところで一旦減速した流速が水制域内では一定に保たれず加速するものもあり、その後、下流側水制によって再度減速することが観測された。

表1 実験条件

Case	水制間隔	S/l	水深	h/H	流量	フルード数	水路勾配
	S(cm)		H(cm)		Q(cm³/s)		
1	24	2.0	3	2 非越流	3960	0.41	1/1000
2	30	2.5					
3	36	3.0					
Fr=U ₀ √gh ; U ₀ =Q/BH							

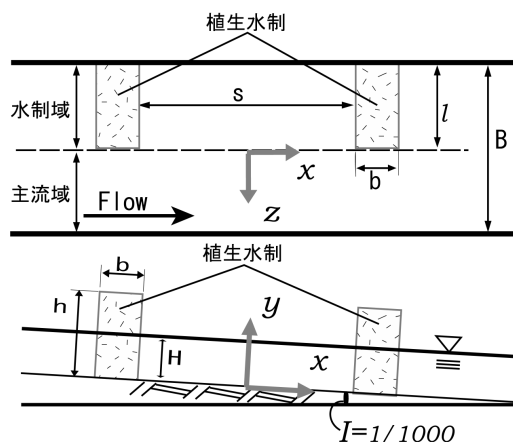


図1 植生水制を有する流れ場の模式図

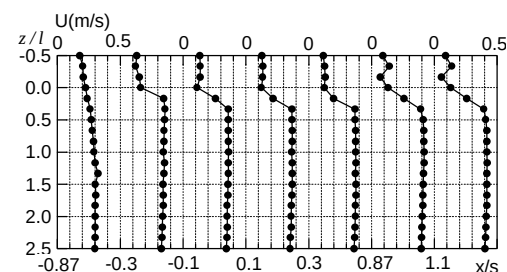


図2 時間平均流速 U の水平分布
Case2(s/l=2.5): LDA 点計測

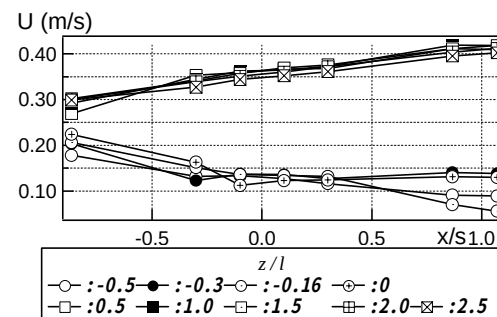


図3 時間平均流速 U の流れによる変化
Case2(s/l=2.5): LDA 点計測

キーワード：植生水制、透過非越流水制、PTV 可視化計測、河川環境、河川改修

連絡先：〒982-8577 仙台市太白区八木山香澄町 35-1 TEL：022-229-1151 FAX：022-229-8393

平均流速 W の流程による変化： 図4は、水路幅方向の平均流速 W に対する PTV 可視化計測結果の一例を z/l をパラメータとして示したものである。同図によれば、Case1 と Case2 では、上流側水制で水はねされて大きくなった流速 W が下流側水制に至る間に減速し、下流側水制付近で再び加速している。しかし、水制間隔が長い Case3 では、下流側水制付近での加速は殆ど見られず、その下流では水制域内と主流域内とも流速は 0 に近くなっており、水制間隔が長くなると、下流側水制の水はね効果は期待できなくなることが知れる。また、水制周辺の流れは全体的に水制域から主流域へ向かっており、植生帯内を通過して水制域内に流入する流水効果の方が大きくなっていることが知れる。

3. 2 水制工間隔が平均流速場に及ぼす影響

植生水制の開口部に沿う平均流速に及ぼす水制間隔の影響： 図5は、図3に示した平均流速 U の水制工開口部に沿う値を示したものである。同図から、水制工開口部に沿う流速の低減は、上流側水制工 ($x/s=-0.5$) 背後で約 30%~40% 生じることが分かる。その後の流速の変化は、Case1 と Case2 では、比較的少ないと言える。しかし、水制間隔の長い Case3 では、下流側水制 ($x/s=0.5$) に至る間に、主流域側から水制域内への流入が生じ、水制間の流速が再び増加した後、下流側水制によって再度流速が低減する。

植生水制周辺の流速比に及ぼす水制間隔の影響： 水制域と主流域の平均流速比に及ぼす水制間隔の影響を調べるために、上流側水制工の前面と下流側水制工の背後に各 1 断面、水制域内中間 ($x=0$) に 1 断面の計 3 断面を選び、各断面の水制域と主流域の代表点 ($z/l=-0.5, 0.5$) での主流方向流速 U のデータに対して、水制域では添字 g 、主流域では添字 m を付し、流速比 U_g/U_m と水制間隔 s/l の関係を図6に示した。なお、流速比は $y/H=0.4$ に対する値である。同図によれば、上流側水制工の前面では、水制の間隔に関わらず、水制域内の平均流速は主流域における平均流速の 6 割程度になっている。しかし、流下するに伴い、流速比は低減し、水制域内中間 ($x/s=0$) では約 4 割、下流側水制工の背後では約 3 割まで流速の低減が期待できる。更に、流速の低減効果は水制間隔によっても変化し、特に、Case2 ($s/l=2.5$) の場合、流速は 2 割近くまで減少し低減効果が最も現れている。

4. おわりに

本研究結果によれば、植生水制によっても水制工の主目的である流水の減速効果や水はね効果は期待でき、最も良い減速効果を示した植生水制の間隔と長さの比は $s/l=2.5$ であった。また、植生水制は透過型水制の一つであり、水流が植生帯内を通過して水制域内に流れ込むことも期待でき、ハビタットの機能維持に資することも認められた。

参考文献

- 1) Abe, T. et al. (2000) : A study on velocity control in a vegetative embayment, The 12th APD-IAHR, Vol.1, pp.289-299.
- 2) 山本晃一 (1996) : 日本の水制, 山海堂, pp.1-291.
- 3) 加治ら (1994) : 効果的な水制工の配置に関する研究, 土木学会第 47 回年次学術講演会, pp.512-513.
- 4) 秋草・吉川・坂上・芦田・土屋 (1960) : 水制に関する研究, 土木研究所報告, pp.61-153.
- 5) 福岡ら (1999) : 透過水制周りの流れと河床変動, 土木学会第 54 回年次学術講演会, pp.204-205.

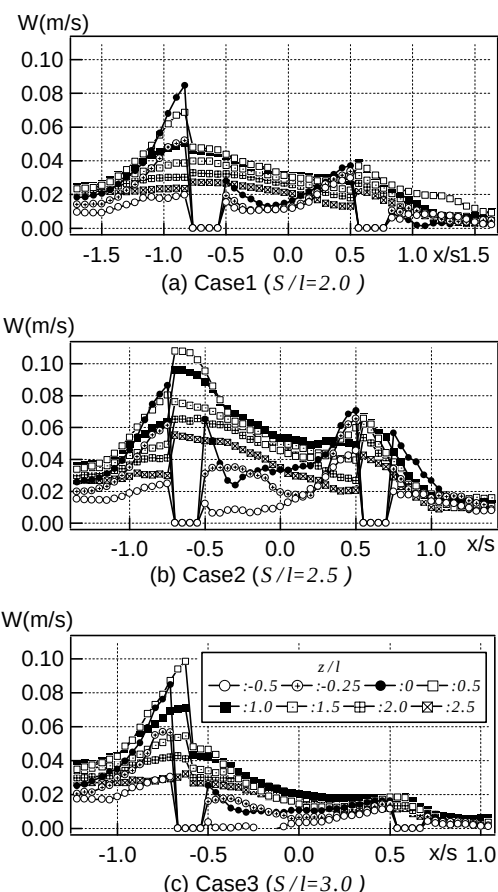


図4 時間平均流速 W の流程による変化 (PTV 可視化計測)

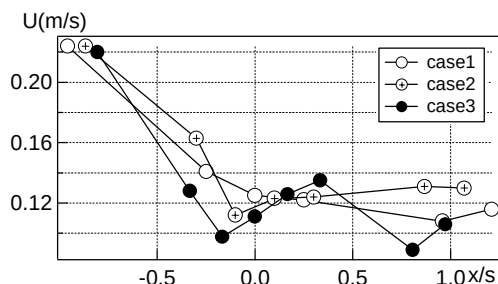


図5 植生水制開口部に沿う平均流速の変化 ($z/l=0$)

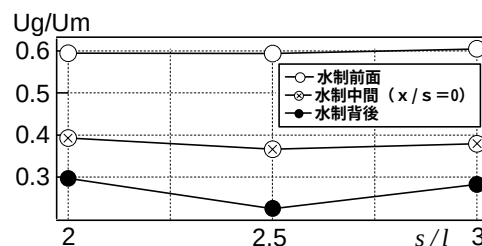


図6 植生水制周辺の流速比に及ぼす水制間隔の影響